

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
14. Oktober 2004 (14.10.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/088121 A1**(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F02M 59/10,  
57/02, 47/02, 59/46(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000412

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:  
4. März 2004 (04.03.2004)(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MAGEL,  
Hans-Christoph [DE/DE]; Bachstrasse 10, 72793  
Pfullingen (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,

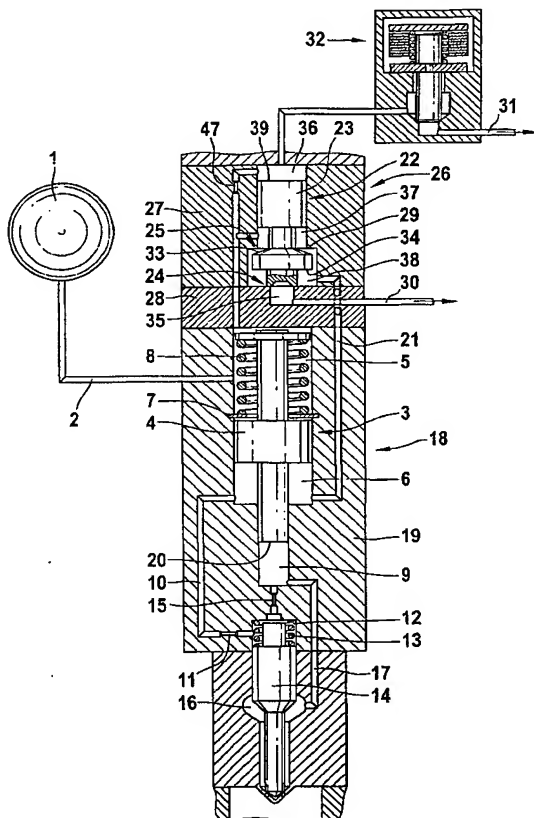
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 15 016.1 2. April 2003 (02.04.2003) DE

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTOR PROVIDED WITH A SERVO LEAKAGE FREE VALVE

(54) Bezeichnung: KRAFTSTOFFINJEKTOR MIT LECKAGEFREIEM SERVOVENTIL



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injector (18) for injecting a fuel into the combustion chamber of an internal combustion engine. The inventive injector comprises a pressure relay valve (3) whose pressure relay piston (4) separates the working chamber (5) continuously receiving the fuel supplied by a pressure source (1,2) from a differential decompression pressure chamber (6). A pressure fluctuation is produced in said differential pressure chamber (6) by means of a servo valve (22) whose control chamber (36) can be released from pressure by means of a switch valve (32) which closes or opens a hydraulic connection (21, 38, 30) between the differential pressure chamber (6) and a first return run (30) on a low-pressure side. Said fuel injector is characterised in that when the pressure relay valve (3) is deactivated, the high pressure area of the servo valve (22) which closes the control chamber (36), a first hydraulic chamber (37) and a second hydraulic chamber (38) are sealed with respect to the return run (30) by means of a sealing surface (24).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf einen Kraftstoffinjektor (18) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Druckübersetzer (3), dessen Übersetzerkolben (4) einen über eine Druckquelle (1, 2) permanent mit Kraftstoff beaufschlagten Arbeitsraum (5) von einem druckentlastbaren Differenzdruckraum (6) trennt, wobei eine Druckänderung im Differenzdruckraum (6) über eine Betätigung eines Servoventils (22) erfolgt, dessen Steuerraum (36) über ein Schaltventil (32) druckentlastbar ist und welches eine hydraulische Verbindung (21, 38, 30) des Differenzdruckraumes (6) zu einem ersten niederdruckseitigen Rücklauf (30) freigibt oder verschließt, dadurch gekennzeichnet, dass im deaktivierten Zustand des Druckübersetzers (3) ein den Steuerraum (36), einen ersten hydraulischen Raum (37) sowie einen zweiten hydraulischen Raum (38) umfassender Hochdruckbereich des Servoventils (22) über einen ersten Dichtsitz (24) gegen einen

niederdruckseitigen Rücklauf (30) abgedichtet sind.



MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

## Kraftstoffinjektor mit leakagefreiem Servoventil

10

### Technisches Gebiet

Zum Einbringen von Kraftstoff in direkteinspritzende Verbrennungskraftmaschinen werden hubgesteuerte Einspritzsysteme mit Hochdruckspeicherraum eingesetzt. Der Vorteil dieser Einspritzsysteme liegt darin, dass der Einspritzdruck an Last und Drehzahl in weiten Bereichen angepasst werden kann. Zur Reduzierung der Emissionen und zum Erzielen einer hohen spezifischen Leistung ist ein hoher Einspritzdruck erforderlich. Das erreichbare Druckniveau von Hochdruckkraftstoffpumpen ist aus Festigkeitsgründen begrenzt, so dass zur weiteren Drucksteigerung bei Kraftstoffeinspritzsystemen Druckverstärker in den Kraftstoffinjektoren zum Einsatz kommen.

20

### Stand der Technik

25

30

35

DE 101 23 913 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für Brennkraftmaschinen mit einem von einer Kraftstoffhochdruckquelle versorgbaren Kraftstoffinjektor. Zwischen dem Kraftstoffinjektor und der Kraftstoffhochdruckquelle ist eine einen beweglichen Druckübersetzerkolben aufweisende Druckübersetzungseinrichtung geschaltet. Der Druckübersetzerkolben trennt einen an die Kraftstoffhochdruckquelle anschließbaren Raum von einem mit dem Kraftstoffinjektor verbundenen Hochdruckraum. Durch Befüllen eines Rückraumes der Druckübersetzungseinrichtung mit Kraftstoff beziehungsweise durch Entleeren des Rückraumes von Kraftstoff kann der Kraftstoffdruck im Hochdruckraum variiert werden. Der Kraftstoffinjektor weist einen beweglichen Schließkolben zum Öffnen und Verschließen von Einspritzöffnungen auf. Der Schließkolben ragt in einen Schließdruckraum hinein, so dass der Schließkolben mit Kraftstoffdruck beaufschlagbar ist zur Erzielung einer in Schließrichtung auf den Schließkolben wirkenden Kraft. Der Schließdruckraum und der Rückraum werden durch einen gemeinsamen Schließdruck-Rückraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Schließdruck-Rückraumes permanent zum Aus-

tausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind. Es ist ein Druckraum zum Versorgen der Einspritzöffnungen mit Kraftstoff und zum Beaufschlagen des Schließkolbens mit einer in Öffnungsrichtung wirkenden Kraft vorgesehen. Ein Hochdruckraum steht derart mit der Kraftstoffhochdruckquelle in Verbindung, dass im Hochdruckraum, abgesehen von Druckschwingungen, ständig zumindest der Kraftstoffdruck der Kraftstoffhochdruckquelle anliegen kann. Der Druckraum und der Hochdruckraum werden durch einen gemeinsamen Einspritzraum gebildet, wobei sämtliche Teilbereiche des Einspritzraumes permanent zum Austausch von Kraftstoff miteinander verbunden sind.

- 10 DE 102 294 18.6 bezieht sich auf eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung zum Einspritzen von Kraftstoff in den Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung umfasst eine Hochdruckquelle, einen Druckübersetzer sowie ein Zumessventil. Der Druckübersetzer umfasst einen Arbeitsraum und einen Stellerraum, die voneinander durch einen Kolben getrennt sind, wobei eine Druckänderung im Stellerraum des Druckübersetzers eine Druckänderung in einem Kompressionsraum bewirkt. Der Kompressionsraum beaufschlagt über einen Kraftstoffzulauf einen ein Einspritzventilglied umgebenden Düsenraum. Ein das Einspritzventilglied beaufschlagender Düsenstellerraum ist sowohl hochdruckseitig über eine eine Zulaufdrosselstelle enthaltende Leitung vom Kompressionsbereich befüllbar als auch ablaufseitig über eine eine Ablaufdrosselstelle enthaltende  
20 Leitung mit einem Raum des Druckübersetzers verbindbar.

Das Zumessventil gemäß der vorstehend beschriebenen Lösung ist als 3/2-Ventil ausgebildet, welches eine gemäß dieser Lösung mit Druckverstärker auftretende hohe Rücklaufmenge steuert. Bei Ausbildung des Zumessventiles als 3/2-Servoventil lässt sich zwar eine vereinfachte und kostengünstige Fertigung erreichen, nachteilig ist jedoch ein Leckagespalt, der sich im Ruhezustand des Kraftstoffinjektors einstellt und zwischen dem Stellerraum des Servokolbens des Servoventiles und einer Rücklaufleitung ausbildet. Durch den Leckagespalt abfließendes Betätigungsfluid verschlechtert den Systemwirkungsgrad und erfordert eine große Führungslänge des Dichtspaltes. Eine große Führungslänge des Dichtspaltes wiederum zieht eine große Baulänge des Ventilkörpers des Servoventiles nach sich, was hinsichtlich des zur Verfügung stehenden Einbauraumes unerwünscht ist, da eine möglichst kompakte Baugröße eines Kraftstoffinjektors mit integriertem Druckübersetzer angestrebt wird.

Darstellung der Erfindung

Die vorgeschlagene Bauform des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Servoventils für einen Kraftstoffinjektor mit Druckverstärker für direkteinspritzende Verbrennungsmaschinen weist im Ruhezustand keine Leckage am Kolben des Servoventiles auf. Dadurch wird die Leckagemenge erheblich reduziert, wodurch sich der Wirkungsgrad des Kraftstoffinjektors erheblich verbessern lässt. Durch die gewählte Bauform eines 3/2-Servoventiles können die am Servokolben erforderlichen Führungslängen erheblich verkleinert werden, wodurch die Baulänge des Servoventiles und der durch dieses beanspruchte Bauraum erheblich abnimmt. Dadurch kann ein sehr kompaktbauendes Servoventil zur Ansteuerung eines einen Druckübersetzer aufweisenden Kraftstoffinjektors realisiert werden.

Das als 3/2-Ventil ausgebildete Servoventil kann als Sitz-Sitz-Ventil ausgebildet werden. Dazu wird das Ventil mit einem einteiligen Servoventilkolben und einem mehrteiligen Ventilkörper ausgeführt. Bei Ausführung eines Dichtsitzes am Servoventil lässt sich ein Achsversatz eines mehrteilig ausgebildeten Servoventilgehäuses ausgleichen. Durch die vorgeschlagene Bauform des 3/2-Servoventiles als Sitz-Sitz-Ventil können die bei Einsatz von Schieberdichtungen mit kleinen Überdeckungslängen auftretenden Verschleiß- und Toleranzprobleme umgangen werden. Durch die gute Zugänglichkeit der Ventilsitze wird eine einfache Fertigbarkeit erreicht.

Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

Es zeigt:

Figur 1 eine Ausführungsvariante eines Servoventiles mit leakagefrei ausgebildetem Servoventilkolben, welches einem Kraftstoffinjektor mit Druckübersetzer zugeordnet ist und

Figur 2 eine weitere konstruktive Ausführungsvariante eines Servoventiles mit einem als Kegelsitz ausgebildeten Dichtsitz und einteiligem Ventilgehäuse.

Ausführungsvarianten

Über eine Druckquelle 1, die als Hochdrucksammelraum einer Kraftstoffeinspritzanlage ausgebildet werden kann, wird eine Hochdruckleitung 2 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Die Hochdruckleitung 2 mündet in einen Arbeitsraum 5 eines Druckübersetzers 3. Der Arbeitsraum 5 ist permanent mit dem unter hohem Druck stehenden Kraftstoff der Druckquelle 1 beaufschlagt. Der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 ist über einen Übersetzerkolben 4 von einem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 getrennt. Der Übersetzerkolben 4 des Druckübersetzers 3 ist über eine Rückstellfeder 8 beaufschlagt, die sich an einer Stützscheibe 7 abstützt, die ihrerseits in einem Injektorkörper 19 des Kraftstoffinjektors 18 aufgenommen ist. Mittels des Übersetzerkolbens 4 des Druckübersetzers 3 wird ein Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 beaufschlagt. Der Übersetzerkolben 4 umfasst an seinem dem Kompressionsraum 9 zuweisenden Ende eine Stirnfläche 20, die bei Aktivierung des Druckübersetzers 3 in den Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 einfährt und den in diesem enthaltenen Kraftstoff komprimiert.

Der Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 steht über eine Überströmleitung 10 mit einem ein Einspritzventil 14 beaufschlagenden Steuerraum 12 in Verbindung. In der Überströmleitung 10 zwischen dem Differenzdruckraum 6 (Rückraum) und dem Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 ist eine erste Drosselstelle 11, in Strömungsrichtung des Kraftstoffes vor dem Steuerraum 12 liegend, angeordnet. Darüber hinaus steht der Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 über eine zweite Drosselstelle 15 enthaltende Leitung mit dem Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 in Verbindung. Innerhalb des Steuerraumes 12 für das Einspritzventilglied 14 ist eine Feder 13 aufgenommen, welche die obere Stirnseite des nadelförmig ausgebildeten Einspritzventilgliedes 14 beaufschlagt. Das Einspritzventilglied 14 umfasst eine Druckstufe, die von einem in einem Düsenkörper ausgebildeten Düsenraum 16 umschlossen ist. Vom Steuerraum 16 strömt das über einen Düsenraumzulauf 17 vom Kompressionsraum 9 in den Düsenraum 16 eintretende Kraftstoffvolumen entlang eines Ringspaltes am brennraumseitigen Ende des Einspritzventilgliedes 14 Einspritzöffnungen zu und wird bei Freigabe der Einspritzöffnungen durch das nadelförmig ausgebildete Einspritzventilglied 14 in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt.

Neben der Überströmleitung 10 zweigt vom Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers eine Absteuerleitung 21 ab. Diese verläuft durch den Injektorkörper 19 des Kraftstoffinjektors 18 und mündet in einem zweiten hydraulischen Raum 38, der oberhalb

des Druckübersetzers 3 liegt. Oberhalb des Injektorkörpers 19 des Kraftstoffinjektors 18 befindet sich ein Servoventil 22, welches in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante einen Ventilkörper 26 aufweist, der ein erstes Ventilkörperteil 27 sowie ein zweites Ventilkörperteil 28 umfasst. Der Ventilkörper 26 umschließt einen Servoventilkolben 23, mit welchem ein erster Dichtsitz 24 sowie ein zweiter Dichtsitz 25 freige- bzw. verschließbar ist. In der Darstellung gemäß Figur 1 ist am ersten Ventilkörperbauteil 27 eine Dichtkante 29 ausgebildet, an welche eine Kegelfläche 33 des Servoventilkolbens 23 dichtend anstellbar ist, wodurch der zweite Dichtsitz 25 dargestellt wird. An dem dem Steuer-  
raum 36 des Servoventiles 22 gegenüberliegenden Ende weist der Servoventilkolben 23  
einen hier als Flachsitz ausgebildeten 1. Dichtsitz 24 aus, mit welchem ein Ablaufsteuer-  
raum 35, von dem ein erster Rücklauf 30 abzweigt, freige- bzw. verschließbar ist. Die  
Betätigung des Servoventilkolbens 23 des Servoventiles 22 erfolgt über ein Schaltventil 32,  
welches einen zweiten Rücklauf 31 zu einem in Figur 1 nicht dargestellten Kraftstoffreser-  
voir freigibt bzw. verschließt. Das im Steuerraum 36 des Servoventiles 22 enthaltene  
Kraftstoffvolumen beaufschlagt eine Stirnfläche 39 des Servoventilkolbens 23. Die Befül-  
lung sowohl des Steuerraumes 36 als auch eines ersten hydraulischen Raumes 37 im ersten  
Ventilkörperteil 27 erfolgt über eine Druckleitung, die vom Arbeitsraum 5 des Drucküber-  
setzers 3 abzweigt. Vor der Einmündung dieser Druckleitung in den Steuerraum 36 des  
Servoventiles 22 ist eine Drosselstelle 47 vorgesehen.

Der Servoventilkolben 23 weist in der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante einen pilzförmig konfigurierten Abschnitt auf, dessen Oberseite durch die Kegelfläche 33 gebildet ist. Der pilzförmige Abschnitt wird auf der der Kegelfläche 33 gegenüberliegenden Seite durch eine Ringfläche 34 begrenzt.

Der in Figur 1 dargestellte Servoventilkolben 23 des Servoventiles 22 wird an der Stirnfläche 39 durch das im Steuerraum 36 des Servoventiles 22 enthaltene Kraftstoffvolumen beaufschlagt. Im Ruhezustand des Servoventiles 22 ist dieses geschlossen, d.h. der zweite Dichtsitz 25 ist geöffnet, während der erste Dichtsitz 24 zum Ablaufsterraum 35 geschlossen ist. Der Servoventilkolben 23 ist im ersten Ventilkörperteil 27 des Ventilkörpers 26 hochdruckdicht geführt bezogen auf den Steuerraum 36 und den ersten hydraulischen Raum 37. An diesem Führungsbereich liegt im Ruhezustand des Servoventiles 22 Systemdruck an; d.h. sowohl der Steuerraum 36 als auch der erste hydraulische Raum 37 weisen gleichen Druck auf, so dass kein Leakagestrom in Richtung auf den ersten Rücklauf 30 auftritt. Der gesamte Bereich des Servoventilkolbens 23 des Servoventiles 22 gemäß der in  
Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante liegt in Bezug auf den Steuerraum 36, den ersten und zweiten hydraulischen 37 bzw. 38 sowie den zweiten Dichtsitz 25 unter Systemdruck.

Aufgrund des geschlossenen ersten Dichtsitzes 24 oberhalb des Ablaufsterraumes 35 ist dieses System leakagefrei gegen den ersten Rücklauf 30 abgedichtet.

Figur 2 ist eine Ausführungsvariante des ersten Dichtsitzes des Servoventiles zu entnehmen, der in dieser Ausführungsvariante als Kegeldichtsitz ausgebildet ist, während der weitere Dichtsitz des Servoventilkolbens als Schieberdichtung ausgebildet ist.

Im Unterschied zur in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante des Servoventiles ist der Servoventilkolben 46 gemäß Figur 2 im Bereich seines ersten Dichtsitzes 24 oberhalb des Ablaufsterraumes 35 zum ersten Rücklauf 30 mit einer Kegelfläche 40 versehen, welche mit einer in einem einteiligen Ventilkörper 41 ausgebildeten Dichtkante oberhalb des Ablaufsterraumes 35 zusammenwirkt. Der Servoventilkolben 46 des Servoventiles 22 gemäß Figur 2 weist einen Schieberabschnitt 43 auf, der im Durchmesser identisch zum Kolbenteil des Servoventilkolbens 46 ausgebildet ist, der den Steuerraum 36 im ersten hydraulischen Raum 37 trennt. Der erste hydraulische Raum 37 sowie der Steuerraum 36 im einteiligen Ventilkörper 41 werden vom Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 – analog zur Darstellung gemäß Figur 1 – mit Kraftstoff versorgt. Im Steuerraum 36 und im ersten hydraulischen Raum 37 im einteiligen Ventilkörper 41 des Servoventiles 22 steht Systemdruck an. Auch gemäß dieser Ausführungsvariante tritt kein Leakagestrom zwischen den genannten hydraulischen Räumen 36 bzw. 37 auf. Auch gemäß dieser Ausführungsvariante ist der gesamte Bereich des Servoventilkolbens 46, d.h. der Steuerraum 36, der erste hydraulische Raum 37 sowie der zweite hydraulische Raum 38 sowie der zweite Dichtsitz 25 von Systemdruck beaufschlagt. Ist der erste Dichtsitz 24 des Servoventiles 22 geschlossen, tritt auch gemäß dieser Ausführungsvariante des Servoventiles 22 keine Leakage gegen den ersten Rücklauf 30, der vom Ablaufsterraum 35 abzweigt, auf.

Der am Servoventilkolben 46 ausgebildete Schieberabschnitt 43 weist eine Schieberkante 45 auf, die mit einer Schieberkante 44 am einteiligen Ventilkörper 41 des Servoventiles 22 zusammenwirkt.

Anstelle der in Figur 1 bzw. Figur 2 dargestellten Ausführungsvarianten des ersten Dichtsitzes 24 als Flachsitz (Figur 1) oder als Kegelsitz (Figur 2 Bezugszeichen 40) bzw. des zweiten Dichtsitzes 25 als mit einer Dichtkante 29 zusammenwirkender Kegelfläche 33 bzw. als Schieberdichtung 44, 45 können Kombinationen aus Flachsitz, Kegelsitz, Kugelsitz oder Schieberkanten in beliebiger Anordnung eingesetzt werden. Zur Unterstützung der Hubbewegung des Servoventilkolbens 23 bzw. 46 können auch in den Figuren 1 und 2 nicht explizit dargestellte Federelemente zum Einsatz gelangen.

Gemäß der Darstellung in Figur 1 ist bei Ausbildung des Servoventilkolbens 23 mit einem pilzförmigen Abschnitt, eine Kegelfläche 33 aufweisend, ein zweiteiliges Servoventilgehäuse 27, ein erstes Ventilkörperteil 27 sowie ein zweites Ventilkörperteil 28 umfassend, von Vorteil. Dies erleichtert die Montage. Wird der erste Dichtsitz 24 gemäß der Ausführungsvariante in Figur 1 als Flachsitz ausgebildet, können Fertigungstoleranzen im Achsversatz der beiden Ventilkörperteile 27 bzw. 28 zueinander ausgeglichen werden. Der in der Ausführungsvariante gemäß Figur 1 in seine Schließstellung gestellte erste Dichtsitz 24 - hier als Flachsitz ausgebildet - wird durch die im Steuerraum 36 des Servoventiles 22 herrschende große hydraulische Kraft dichtend an das zweite Ventilkörperteil 28 angestellt, so dass eine Dichtheit bei heute erreichbaren Fertigungsgenauigkeiten für unter sehr hohem Druck stehenden Kraftstoff gegen den ersten Rücklauf 30 gewährleistet ist.

Die Funktionsweise des in den Figuren 1 und 2 dargestellten Kraftstoffinjektors mit einem im Ruhezustand leakagefreien Servoventil 22 sei anhand der in Figur 1 dargestellten Ausführungsvariante näher beschrieben:

Der Druckübersetzer 3 - hier in den Injektorkörper 19 des Kraftstoffinjektors 18 integriert - weist den Arbeitsraum 5 sowie den Differenzdruckraum 6 (Rückraum) auf, die voneinander durch den Übersetzerkolben 4 getrennt sind. Die Rückstellkraft auf den Übersetzerkolben wird durch eine Rückstellfeder 8 aufgebracht, die sich an der injektorkörperseitig vorgesehenen Abstützscheibe 7 abstützt. Die Stirnfläche 20 des Übersetzerkolbens 4 beaufschlagt einen Kompressionsraum 9, von welchem der Düsenraumzulauf 17 zum Düsenraum 16 in diesem Körper des Kraftinjektors 8 abzweigt. Im deaktivierten Ruhezustand ist der Differenzdruckraum (Rückraum) des Druckübersetzers über den geöffneten ersten Dichtsitz 25 sowie die vom Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 abzweigende, zum ersten hydraulischen Raum 37 sowie zum Steuerraum 36 führende Leitung mit demselben Systemdruck beaufschlagt, unter welchem der Arbeitsraum 5 des Druckübersetzers 3 steht. In diesem Ruhezustand ist der Druckübersetzer 3 druckausgeglichen und es findet keine Druckverstärkung statt.

Zur Aktivierung des Druckübersetzers 3 wird der Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 druckentlastet. Dazu erfolgt eine Ansteuerung des Schaltventiles 32, welches geöffnet wird, so dass der Steuerraum 36 des Servoventiles 22 in den zweiten Rücklauf 31 druckentlastet wird. Aufgrund dessen bewegt sich der Servoventilkolben 23 bedingt durch die im zweiten hydraulischen Raum 38 anstehende Druckkraft, welche an der Ringfläche 34 angreift und die Kegelfläche 33 an die Dichtkante 29 des ersten Ventilkörperteiles 27 anstellt, nach oben und schließt den zweiten Dichtsitz 25, während bei dieser Aufwärtsbewegung des Servoventilkolbens 23 der erste Dichtsitz 24 öffnet. Der Öff-

nungsgrad des ersten Dichtsitzes 24 ist so bemessen, dass auch im geöffneten Zustand des ersten Dichtsitzes 24 ein Restdruck im zweiten hydraulischen Raum 38 erhalten bleibt. Dadurch ist sichergestellt, dass der Servoventilkolben 23 des Servoventils 22 in seiner geöffneten Stellung verbleibt und der zweite Dichtsitz 25 stets geschlossen ist.

5 Bei geöffnetem ersten Dichtsitz 24 wird der Differenzdruckraum 6 (Rückraum) des Druckübersetzers 3 vom über den Hochdruckspeicher 1 anstehenden Hochdruck abgekoppelt und über die Absperrleitung 21, den Abstauerraum 35 in den ersten Rücklauf 30 druckentlastet. Aufgrund dessen steigt im Kompressionsraum 9 des Druckübersetzers 3 der Druck entsprechend des Übersetzungsverhältnisses des Druckübersetzers 3 an. Über den Düsenraumzulauf 17 steht dieser übersetzte Druck im Düsenraum 16 an. Aufgrund des im Düsenraum 16 anstehenden übersetzten Druckes, welcher an der Druckstufe des Einspritzventilgliedes 14 angreift, öffnet dieses, wodurch die in den Brennraum der Verbrennungskraftmaschine mündenden Einspritzöffnungen freigegeben werden und der Einspritzvorgang beginnt. Bei vollständig geöffnetem Einspritzventilglied 14 wird die zweite Drosselstelle 15 geschlossen, so dass während des Einspritzvorganges kein Verluststrom auftritt.

20 Zur Beendigung des Einspritzvorganges wird das Schaltventil 32 des Servoventils 22 geschlossen, wodurch sich im Steuerraum 36 des Servoventils 22 Systemdruck aufbaut. Der Systemdruck 36 wirkt auf die Stirnfläche 39 des Servoventils 23 und bewegt den Servoventilkolben 23 nach unten in seine Ausgangsstellung, wodurch der zweite Dichtsitz 25 geöffnet und der erste Dichtsitz 24 zum Ablaufstauerraum 35 und zum ersten Rücklauf 30 wieder verschlossen wird.

25 Über den geöffneten zweiten Dichtsitz 25 erfolgt ein Druckaufbau im Differenzdruckraum 6 über den zweiten hydraulischen Raum 38 sowie die Absteuerleitung 21. Ferner baut sich der in der Druckquelle 1 herrschende Druck über den Arbeitsraum 5, den ersten hydraulischen Raum 37, den zweiten hydraulischen Raum 38, die Absteuerleitung 21, den Differenzdruckraum 6 sowie die Überströmleitung 10 auch im Steuerraum 12 für das Einspritzventilglied 14 auf. Dadurch fällt der Druck im Kompressionsraum 9 sowie im Düsenraum 16, die über den Düsenraumzulauf 17 hydraulisch miteinander in Verbindung stehen. Aufgrund des Abfalles des übersetzten Druckes im Düsenraum 16 sowie im Kompressionsraum 9 wird das Einspritzventilglied 14 unterstützt durch die Wirkung der Feder 13 geschlossen, wodurch die Einspritzung beendet wird.

35 Der erste und der zweite Dichtsitz 24 bzw. 25 können als Kombinationen aus Flachsitz, Kegelsitz, Kugelsitz oder Schiebersitzen (vgl. Darstellung gemäß Figur 2) ausgebildet werden.

Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung eines Servoventiles 22 ohne Führungsleckage kann bei allen Kraftstoffinjektoren mit Druckübersetzern 3 eingesetzt werden, die über eine Druckänderung des Differenzdruckraumes 6 (Rückraum) gesteuert werden.

Bezugszeichenliste

	1	Druckquelle (Hochdruckspeicherraum)
	2	Hochdruckleitung
5	3	Druckübersetzer
	4	Übersetzerkolben
	5	Arbeitsraum
	6	Differenzdruckraum (Rückraum)
	7	Stützscheibe
10	8	Rückstellfeder
	9	Kompressionsraum
	10	Überströmleitung
	11	erste Drosselstelle
	12	Steuerraum Einspritzventilglied
15	13	Feder
	14	Einspritzventilglied
	15	zweite Drosselstelle
	16	Düsenraum
	17	Düsenraumzulauf
20	18	Kraftstoffinjektor
	19	Injektorkörper
	20	Stirnfläche Übersetzerkolben
	21	Absteuerleitung
	22	Servoventil
25	23	Servoventilkolben (1. Variante)
	24	erster Dichtsitz
	25	zweiter Dichtsitz
	26	Ventilkörper
	27	erstes Ventilkörperteil
30	28	zweites Ventilkörperteil
	29	Dichtkante
	30	erster Rücklauf
	31	zweiter Rücklauf
	32	Schaltventil
35	33	Kegelfläche
	34	Ringfläche
	35	Absteuerraum
	36	Steuerraum Servoventil

- 37 erster hydraulischer Raum
- 38 zweiter hydraulischer Raum
- 39 Stirnfläche Servoventilkolben
- 40 Kegelfläche
- 5 41 einteiliger Ventilkörper
- 42 Anschlag
- 43 Schieberabschnitt
- 44 Schieberkante Gehäuse
- 45 Schieberkante Servoventilkolben
- 10 46 Servoventilkolben (2. Variante)
- 47 Drosselstelle

Patentansprüche

1. Kraftstoffinjektor (18) zum Einspritzen von Kraftstoff in einen Brennraum einer Verbrennungskraftmaschine mit einem Druckübersetzer (3), dessen Übersetzerkolben (4) einen über eine Druckquelle (1, 2) permanent mit Kraftstoff beaufschlagten Arbeitsraum (5) von einem druckentlastbaren Differenzdruckraum (6) trennt, wobei eine Druckänderung im Differenzdruckraum (6) über eine Betätigung eines Servoventiles (22) erfolgt, dessen Steuerraum (36) über ein Schaltventil (32) druckentlastbar ist und welches eine hydraulische Verbindung (21, 38, 30) des Differenzdruckraumes (6) zu einem ersten niederdruckseitigen Rücklauf (30) freigibt oder verschließt, dadurch gekennzeichnet, dass im deaktivierten Zustand des Druckübersetzers (3) ein den Steuerraum (36), einen ersten hydraulischen Raum (37) sowie einen zweiten hydraulischen Raum (38) umfassender Hochdruckbereich des Servoventils (22) über einen ersten Dichtsitz (24) gegen einen niederdruckseitigen Rücklauf (30) abgedichtet sind
2. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Betätigung des Servoventils (22) über das den Steuerraum (36) mit einem zweiten Rücklauf (31) verbindendes Schaltventil (32) erfolgt.
3. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (36) des Servoventils (22) und der erste hydraulische Raum (37) über den Arbeitsraum (5) des Druckübersetzers (3) mit einer Druckquelle (1) verbunden sind.
4. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite hydraulische Raum (38) über eine Absteuerleitung (21) mit dem Differenzdruckraum (6) in Verbindung steht, über die dieser mit einem ersten niederdruckseitigen Rücklauf (30) verbindbar ist.
5. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolben (23, 46) einen den ersten Rücklauf (30) oder diesen verschließenden ersten Dichtsitz (24) sowie einen zweiten, den ersten hydraulischen Raum (37) öffnenden oder verschließenden Dichtsitz (25) aufweist.
6. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtsitz (24) als Flachsitz oder als Kegelsitz (40) ausgeführt ist.
7. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Dichtsitz (24) als Kegelsitz oder Schieberdichtung ausgeführt ist.

8. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtsitz (25) als Kegelsitz (29, 33) ausgeführt ist.
- 5 9. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Dichtsitz (25) als Schieberdichtung (43, 44, 45) beschaffen ist.
- 10 10. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolben (23) einen vom zweiten hydraulischen Raum (38) umschlossenen Abschnitt mit einer Ringfläche (34) aufweist, an der eine den Servoventilkolben (23) in seinen zweiten Dichtsitz (25) stellender Restdruck bei geöffnetem ersten Dichtsitz (24) ansteht.
- 15 11. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolben (23) mit einem in Flachsitzbauweise ausgeführten ersten Dichtsitz (24) in einem zweiteilig ausgebildeten, einen Achsversatz ausgleichenden Ventilkörper (26; 27, 28) aufgenommen ist.
- 20 12. Kraftstoffinjektor gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Servoventilkolben (23, 46) einteilig ausgebildet ist.

Fig. 1

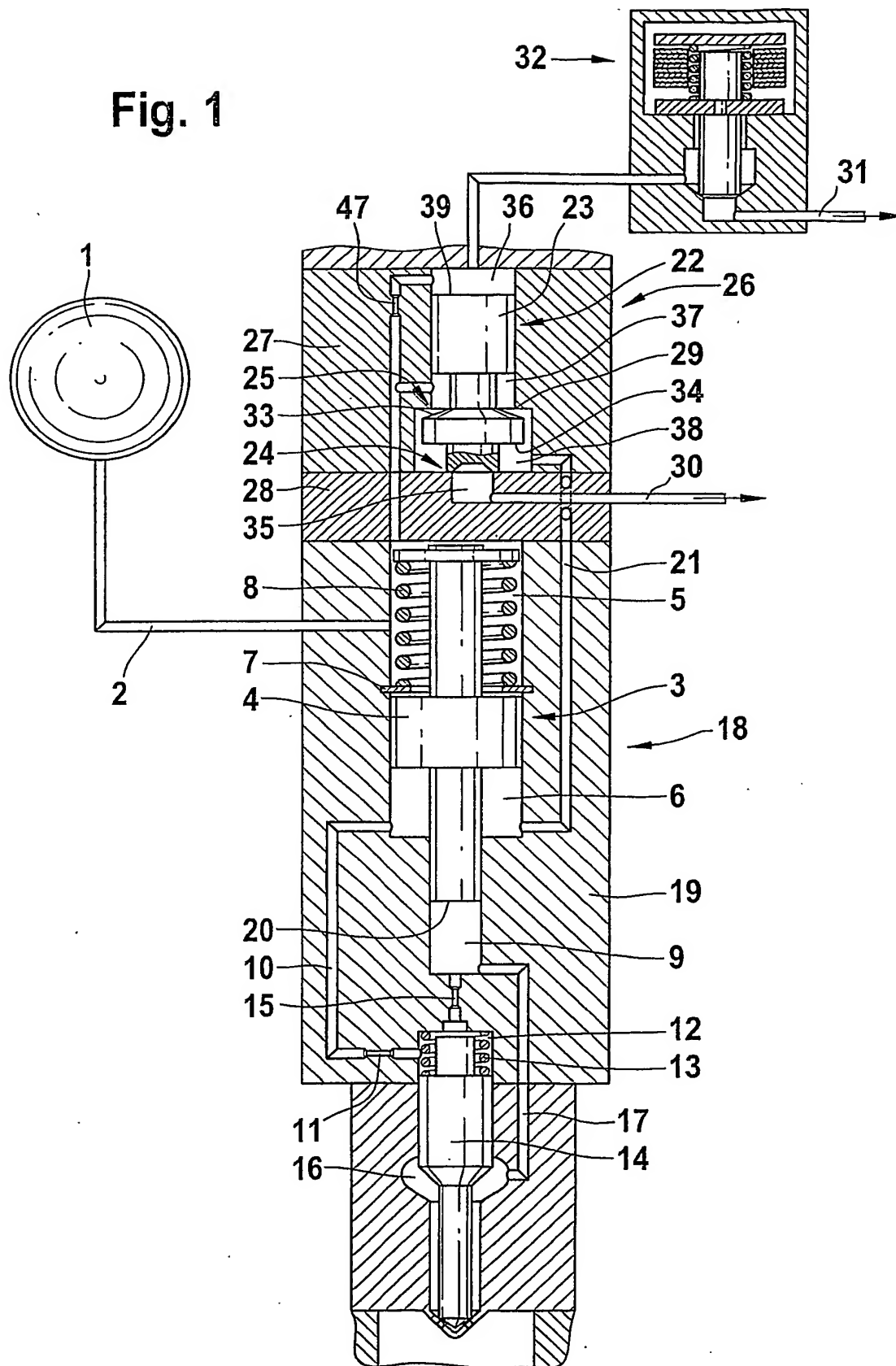
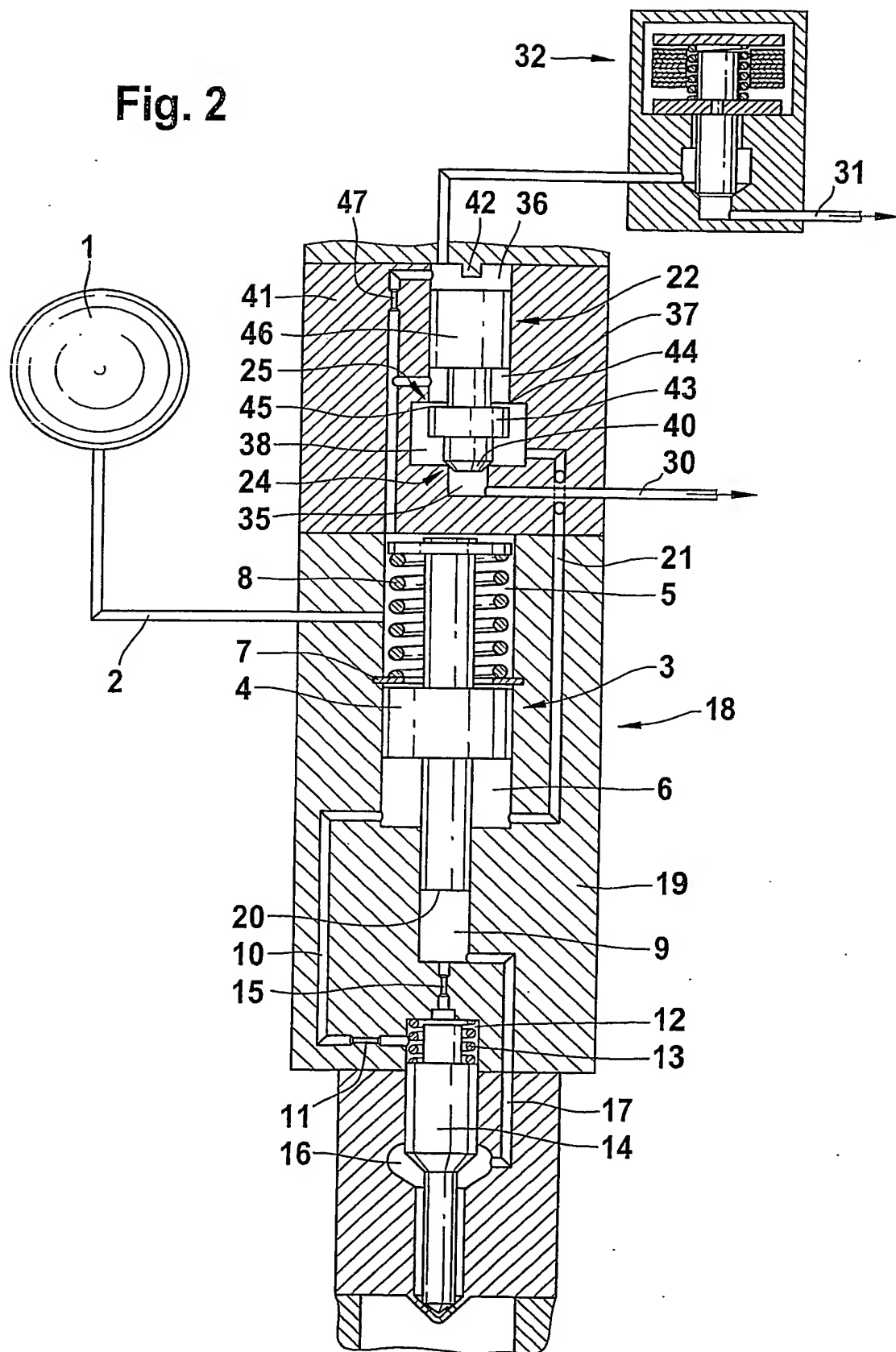


Fig. 2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE2004/000412

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F02M59/10 F02M57/02 F02M47/02 F02M59/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102 18 904 A (BOSCH GMBH ROBERT) 5 December 2002 (2002-12-05)	1, 4-7, 12
A	paragraph '0016! - paragraph '0021! paragraph '0026! - paragraph '0030!; figures 3, 6, 7	3, 8-10
A	----- WO 03/018995 A (BOSCH GMBH ROBERT ; BOECKING FRIEDRICH (DE)) 6 March 2003 (2003-03-06) page 3, line 14 - page 6, line 20; figure 1	1, 3-9, 12
A	----- DE 199 49 848 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19 April 2001 (2001-04-19) column 2, line 64 - column 4, line 11; figure 2	1, 8, 12
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 July 2004

Date of mailing of the international search report

20/08/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kolland, U

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/000412

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 23 914 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28 November 2002 (2002-11-28) paragraph '0008! - paragraph '0011!; figures 1-3	1,12
E	----- WO 2004/036027 A (BOSCH GMBH ROBERT ; MAGEL HANS-CHRISTOPH (DE)) 29 April 2004 (2004-04-29) page 16, line 9 - page 17, line 7; figure 4	1-5,7,8, 10,12
P,A	----- WO 2004/003376 A (MAGEL HANS-CHRISTOPH ; BOSCH GMBH ROBERT (US)) 8 January 2004 (2004-01-08) page 6, line 37 - page 13, line 10; figures 2-4	1-7,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000412

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10218904	A	05-12-2002	DE 10218904 A1	05-12-2002
			WO 02093001 A1	21-11-2002
			EP 1392967 A1	03-03-2004
			US 2004025843 A1	12-02-2004
WO 03018995	A	06-03-2003	DE 10141110 A1	20-03-2003
			WO 03018995 A1	06-03-2003
			EP 1421272 A1	26-05-2004
			US 2004055573 A1	25-03-2004
DE 19949848	A	19-04-2001	DE 19949848 A1	19-04-2001
			BR 0007458 A	16-10-2001
			CZ 20012115 A3	12-06-2002
			WO 0129396 A2	26-04-2001
			DE 50004006 D1	13-11-2003
			EP 1185784 A2	13-03-2002
			JP 2003512574 T	02-04-2003
			US 6427664 B1	06-08-2002
DE 10123914	A	28-11-2002	DE 10123914 A1	28-11-2002
			WO 02092992 A1	21-11-2002
			EP 1392962 A1	03-03-2004
			US 2004025845 A1	12-02-2004
WO 2004036027	A	29-04-2004	DE 10247903 A1	22-04-2004
			WO 2004036027 A1	29-04-2004
WO 2004003376	A	08-01-2004	DE 10229419 A1	29-01-2004
			WO 2004003376 A1	08-01-2004

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Patentsymbol

PCT/DE2004/000412

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02M59/10 F02M57/02 F02M47/02 F02M59/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfung (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfung gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 102 18 904 A (BOSCH GMBH ROBERT) 5. Dezember 2002 (2002-12-05)	1,4-7,12
A	Absatz '0016! - Absatz '0021! Absatz '0026! - Absatz '0030!; Abbildungen 3,6,7	3,8-10
A	WO 03/018995 A (BOSCH GMBH ROBERT ; BOECKING FRIEDRICH (DE)) 6. März 2003 (2003-03-06) Seite 3, Zeile 14 - Seite 6, Zeile 20; Abbildung 1	1,3-9,12
A	DE 199 49 848 A (BOSCH GMBH ROBERT) 19. April 2001 (2001-04-19) Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 4, Zeile 11; Abbildung 2	1,8,12

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

30. Juli 2004

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

20/08/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kolland, U

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 23 914 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28. November 2002 (2002-11-28) Absatz '0008! - Absatz '0011!; Abbildungen 1-3 -----	1,12
E	WO 2004/036027 A (BOSCH GMBH ROBERT ; MAGEL HANS-CHRISTOPH (DE)) 29. April 2004 (2004-04-29) Seite 16, Zeile 9 - Seite 17, Zeile 7; Abbildung 4 -----	1-5,7,8, 10,12
P,A	WO 2004/003376 A (MAGEL HANS-CHRISTOPH ; BOSCH GMBH ROBERT (US)) 8. Januar 2004 (2004-01-08) Seite 6, Zeile 37 - Seite 13, Zeile 10; Abbildungen 2-4 -----	1-7,12

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationaler Veröffentlichungszeichen

PCT/DE2004/000412

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 10218904	A	05-12-2002	DE	10218904 A1	05-12-2002
			WO	02093001 A1	21-11-2002
			EP	1392967 A1	03-03-2004
			US	2004025843 A1	12-02-2004
WO 03018995	A	06-03-2003	DE	10141110 A1	20-03-2003
			WO	03018995 A1	06-03-2003
			EP	1421272 A1	26-05-2004
			US	2004055573 A1	25-03-2004
DE 19949848	A	19-04-2001	DE	19949848 A1	19-04-2001
			BR	0007458 A	16-10-2001
			CZ	20012115 A3	12-06-2002
			WO	0129396 A2	26-04-2001
			DE	50004006 D1	13-11-2003
			EP	1185784 A2	13-03-2002
			JP	2003512574 T	02-04-2003
			US	6427664 B1	06-08-2002
DE 10123914	A	28-11-2002	DE	10123914 A1	28-11-2002
			WO	02092992 A1	21-11-2002
			EP	1392962 A1	03-03-2004
			US	2004025845 A1	12-02-2004
WO 2004036027	A	29-04-2004	DE	10247903 A1	22-04-2004
			WO	2004036027 A1	29-04-2004
WO 2004003376	A	08-01-2004	DE	10229419 A1	29-01-2004
			WO	2004003376 A1	08-01-2004